

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11050807
 PUBLICATION DATE : 23-02-99

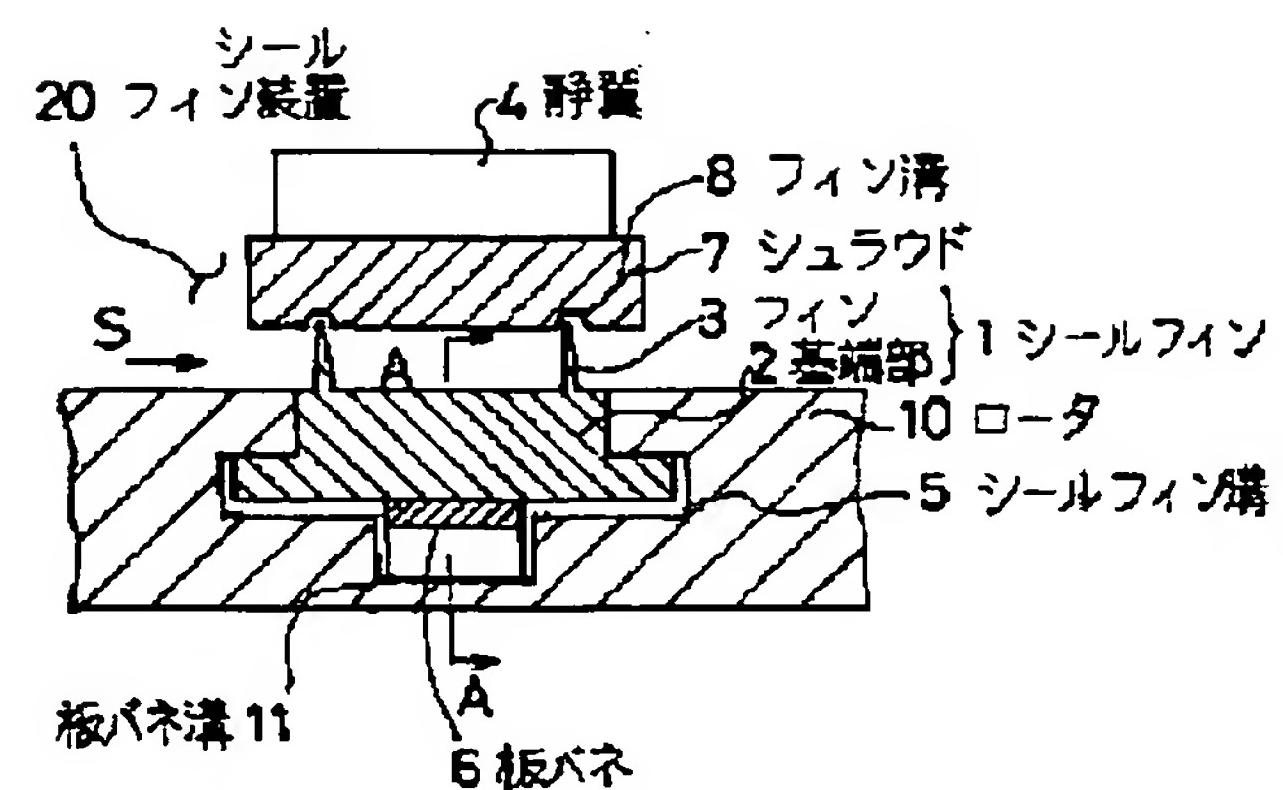
APPLICATION DATE : 05-08-97
 APPLICATION NUMBER : 09210481

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : TAKEZOE KENZABURO;

INT.CL. : F01D 11/02 F01D 5/02 F01D 9/04
 F16J 15/447

TITLE : SEAL FIN DEVICE FOR STEAM TURBINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent any accident, for example, burning caused by a contact of a fin tip of a seal fin device with an inside shroud in the seal fin device between the inner circumferential surface of the inside shroud and the outer peripheral surface of a rotor in a stator blade.

SOLUTION: A seal fin device 20 for a steam turbine is split in arbitrary length in a circumferential direction, thereby forming a seal fin 1 in which a fin 3 and a base end 2 are formed integrally with each other, to be inserted into a seal fin groove 5 cut in the circumferential direction of the outer peripheral surface of a rotor 10 and secured to the rotor 10 by a fixing device. A plate spring 6 is disposed at the bottom of the seal fin groove 5, thereby allowing a slight loose motion in a radial direction of the seal fin 1. A fin groove 8 having an arbitrary depth is previously cut at the inner circumferential surface of a shroud 7 opposite to the tip of the fin 3 projecting from the outer peripheral surface opening of the rotor 10 of the seal fin 1 arranged inside the seal fin groove 5.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-50807

(43)公開日 平成11年(1999)2月23日

(51)Int.Cl.⁶F 01 D 11/02
5/02
9/04
F 16 J 15/447

識別記号

F I

F 01 D 11/02
5/02
9/04
F 16 J 15/447

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平9-210481

(22)出願日

平成9年(1997)8月5日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 竹添 堅三郎

長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

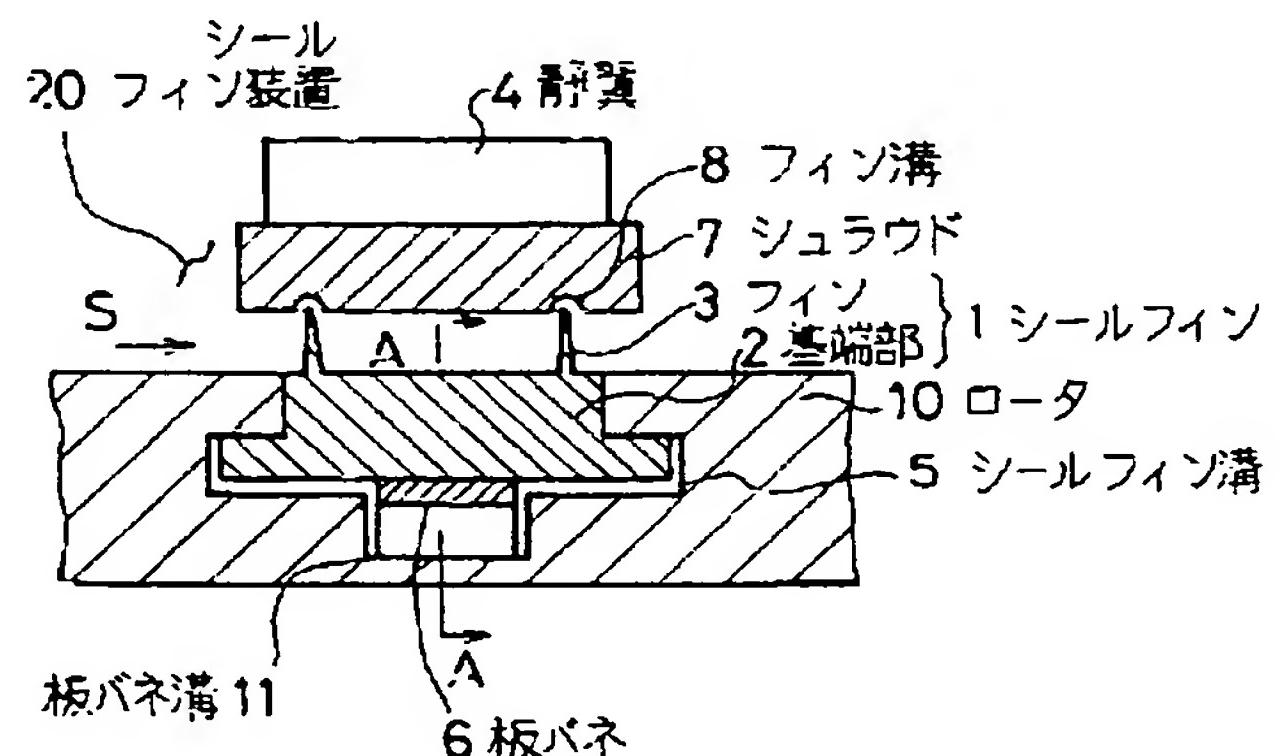
(74)代理人 弁理士 石川 新 (外1名)

(54)【発明の名称】蒸気タービンのシールフィン装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 静翼の内側シュラウド内周面とロータ外周面との間のシールフィン装置において、シールフィン装置のフィン先端が内側シュラウドに接触し焼損するような事故を防止する。

【解決手段】 蒸気タービンのシールフィン装置20は、周方向に任意の長さに分割され、フィン3と基端部2が一体成形型にされたシールフィン1にして、ロータ10外周面の周方向に削設したシールフィン溝5に挿入して列設し、固定手段でロータ1に固着する。シールフィン溝5底には、板バネ6を配設し、シールフィン1の径方向には、若干の遊動ができるようにし、また、シールフィン溝5内に列設されたシールフィン1のロータ10外周面開口から突出するフィン3の先端と対向するシュラウド7内周面には、予め任意の深さのフィン溝8を削設する構成にした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 静翼の内周側に設けられるシュラウドとロータ外周面との間に形成される隙間に配設され、前記隙間を通過する作動流体の漏洩を防止する蒸気タービンのシールフィン装置において、断面形状が凸形にされ、前記ロータ外周面の全周に亘って穿設されたシールフィン溝と、前記シールフィン溝の開口部から前記シュラウドの内周面に向けて配設されるフィンと基端部とが一体成形され、周方向に複数個に分割されて、前記シールフィン溝の周方向に順次挿入され、シールフィン溝の全周に配設されたシールフィンと、前記基端部下方の前記シールフィン溝内に配設され、シールフィンを前記開口部に向けて押圧する板バネと、前記シールフィン溝に挿入される最終の前記シールフィンを前記ロータに固着する固定手段と、前記フィンの先端と対向する部分の前記シュラウドの内周面に穿設されたフィン溝とを設けたことを特徴とする蒸気タービンのシールフィン装置。

【請求項2】 前記フィンが翼高さ方向に湾曲した形状にされていることを特徴とする請求項1の蒸気タービンのシールフィン装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、タービンの可動部と静止部と間に形成される隙間に配設され、当該隙間から蒸気又は燃焼ガス等の作動流体が漏洩するのを低減し、タービン効率を向上させるシールフィン装置に係り、特に、静翼の内周側とロータ外周面との間からの作動流体の漏洩を低減でき、さらには、接触による損傷を軽微にし、また、定期的な取替えが容易にできる蒸気タービンのシールフィン装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、一般的に使用されている蒸気タービンの高圧ロータシールフィン部は、図6及び図7に示す構造にされている。図6に示すように、ロータ01には、ロータ01の外周面に設けられたディスクの周方向に植設され、ディスクにかん合させた、多数の動翼02から形成される動翼段がロータ01の軸方向に複数段配設されるとともに、この動翼段と噛合うように、動翼段の上流側および下流側にそれぞれ配設され、動翼段の外周を包囲して設けた翼環03の内周面に嵌合させた外側シュラウドと、外側シュラウドの内周側に配設される内側シュラウド07とに、基端部と先端部とをそれぞれ嵌合させて、配設された多数の静翼04から形成される静翼段を複数段設けるようにしている。

【0003】そして、高圧の蒸気Sは、先ず蒸気ノズル05を介して、第1段の静翼段、第1段の動翼段、第2段の静翼段、第2段の動翼段の順に、複数段の静翼段および動翼段のそれぞれを形成する静翼04と動翼02との間を流れ、高圧蒸気Sの流力と膨張力でロータ01を回転させ、動力を発生させて、出力するようにしてい

る。

【0004】また、静翼段を形成する静翼04の先端部を嵌合して、保持する内周側に設けられる内側シュラウドの内周面とロータ01の外周面との間に形成される隙間、および動翼02の外周側に設けられる外側シュラウドの外周面と翼環03の内周面との間に形成される隙間、換言すれば、蒸気タービンの可動部と静止部との間に形成される隙間には、この隙間からの蒸気Sの漏洩を防止して、蒸気タービンの内部効率が低下するのを防止するために、図7に図示するシールフィン装置06を設けるようにしている。

【0005】すなわち、図7に示すように、ロータ01の外周面から、静翼04の内周側を保持するように設けた、内側シュラウド07の内周面に向けてフィンの先端を突出させたシールフィン装置06をロータ01の全周に設けて、ロータ01の外周面と内側シュラウド07の内周面との間に形成される隙間を、フィンによって小さくして、静翼段を構成する周方向に列設された静翼04の間を通過せず、この隙間を通じて高圧段から低圧段へ漏洩する高圧蒸気の量を低減し、後流側の動翼段に作用する蒸気力の低下を防止するようにしている。

【0006】また、このようなシールフィン装置06と同様の構造の動翼シールフィン装置が、図示省略しているが、動翼02の外周に設けられる外側シュラウドの外周面と翼環03の内周面との間に形成される隙間にも設置され、この隙間を流れる蒸気Sの漏洩を低減するようにしている。

【0007】また、このように、蒸気Sの漏洩を防止するようにしたシールフィン装置は、動翼02の外周端に設ける外側シュラウドの外周面又は翼環03の内周面並びにロータ01外周面の平滑部に、全周に亘り削設されたシールフィン溝08内にその基端部が挿入され、この基端部をかしめワイヤー09でかしめることにより、シールフィン装置をシールフィン溝08内に、固設するようしている。

【0008】しかしながら、このようにタービンの可動部と静止部との隙間に設けられ、隙間からの蒸気Sの漏洩を低減するシールフィン装置では、軸受損傷や浸水トラブル等によるロータ01の撓み、変形、又は翼環03の熱変形等が生じたとき、シールフィン装置のフィン先端が対向する面、すなわちシールフィン装置06においては、内側シュラウド07の内周面、動翼シールフィン装置においては、動翼シールフィン装置を外側シュラウドの外周面に固定する場合には、翼環の内周面、また動翼シールフィン装置を翼環の内周面に固定する場合には、外側シュラウドの外周面と、フィン先端とがそれぞれ接触を生じ、しかも接触の程度を軽減するようにならないため、大規模な摩滅と接触過熱による焼損事故が発生する恐れがある。

【0009】このために、フィン先端とフィン先端の対

向する面との隙間については、高頻度の保守、点検を必要とし、またこのような保守、点検において、隙間が設計値から外れるような事態が生じる等の不具合が発生された場合には、直ちに取替え、又は手直し工事等を行う必要がある。しかしながら、前述したようにワイヤー⑨でシールフィン溝⑧内の基端部をかしめるようにした従来のシールフィン装置の固定では、かしめワイヤー⑨でロータ①外周面、又は動翼②の外側シュラウド外周面、又は翼環③内周面の全周に亘りシールフィン装置を固定するようにしているため、これらの取替え、又は手直し工事等が難しく、工事期間が長期化する不具合が発生する。

【0010】特に、図7に示すように、ロータ①の外周面に設ける静翼シールフィン装置⑥の保守、点検並びに取替え作業又は手直し作業は、困難を極め、多大な労力と時間を要するものになるとともに、これらの作業による蒸気タービンの長期間停止に伴う不具合が発生する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来のシールフィン装置、特に、ロータ①の外周面から、静翼④の内周側に設けた内側シュラウド⑦の内周面に向けてフィンの先端を突出させて、ロータ①の外周面と内側シュラウド⑦の内周面との間に形成される隙間を小さくして、この隙間を通って漏洩する高圧蒸気の量を低減するようにしたシールフィン装置における、上述した不具合を解消するため、シールフィン自体がスプリング効果を有し、隙間を小さくするフィンと一体型にすることにより、フィン先端と対向する内側シュラウド内周面との隙間を小さくできるとともに、接触による損傷が生じる場合でも、損傷の程度を軽減でき、しかも、経年的な理由等によりシールフィンの取替えを必要とするときでも、取替作業等のメンテナンスが容易になり、蒸気タービン等の停止期間を短くして、運転効率を向上させることのできるシールフィン装置を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の蒸気タービンのシールフィン装置は、次の手段とした。

【0013】(1) 静翼の内周側に設けられるシュラウドの内周面との間に隙間を形成するロータ外周面を、周方向に配置され、ロータ外周面側に向けて幅が小さくなるような凸形の横断面形状にされ、ロータ外周面の全周に亘って穿掘されたシールフィン溝を設けた。なお、横断面形状の凸形とは、ロータ外周面側に向けて幅が不連続的に小さくなる、いわゆる凸状のものの外に、ロータ外周面側に向けて幅が連続的に小さくなる台状のものにしたものも含むものである。また、シールフィン溝の底部には、後述するようにシールフィン溝にシールフィンを挿入したとき、シールフィンの底面に配設され、シーカー

ルフィンをロータ外周面側に向けて押圧するようにした板バネを、収容する区画を凸形横断面の下方に設けるようになることが好ましい。

【0014】(2) 次の構成にしたシールフィンを設けた。

a. 基端部がシールフィン溝に挿入されたとき、ロータ外周面に設けたシールフィン溝の開口からシュラウドの内周面に向けて突出し、シュラウドの内周面とロータ外周面との間に形成される隙間を小さくして、隙間を通過する蒸気等の作動流体の漏洩を低減するフィン、

b. フィンと一体形成され、シールフィン溝に挿入できるように、横断面形状がシールフィン溝の横断面形状より若干小さくされ、しかも、ロータの周方向の遊動が生じないように、シールフィン溝の横断面形状と略同形状にされるとともに、挿入されるシールフィン溝の周方向に複数体に分割され、ロータの周方向に形成されるシールフィン溝の一部に設けられた大きい幅の開口にされた挿入口からシールフィン溝の周方向に順次挿入され、シールフィン溝が開口するロータ外周面の全周にフィンを配置する基端部、なお、フィンと基端部とを一体成形して形成されるシールフィンは、従来使用されているシールフィン装置⑥と同様に、12Cr鋼で製作することが好ましい。

【0015】(3) シールフィン溝の底部に配置され、シールフィン溝のロータ外周面開口に向けてシールフィンを押圧するように、基端部の底面に配置された板バネを設けた。なお、板バネは前述したシールフィン溝底部に作成された区画に撓ませた状態で収容され、撓み状態の外周面の一部がシールフィンの基端部底面に当接するように配設することが好ましい。また、板バネ材はNi基合金で製作することが好ましい。

【0016】(4) シールフィン溝の周方向に順次挿入されるシールフィンのうち、少なくとも、シールフィン溝内に最終的に挿入されるシールフィンをロータに固着する固定手段を設けた。なお、固定手段はロータの撓み、変形等でシールフィン溝内をロータ径側に移動するシールフィンの動きは、若干許容するとともに、シールフィン溝内をロータ周方向に移動するシールフィンの動きは、規制するようにしてシールフィンをロータに固着するようにすることが好ましい。

【0017】(5) シールフィン溝のロータ外周面開口から、シュラウドの内周面に向けて突出させて設けられるフィンの先端が対向する部分のシュラウドの内周面側に穿掘され、フィンの先端の微動時に生じることのある衝突を回避するフィン溝を設けた。

【0018】本発明の蒸気タービンのシールフィン装置によれば、周方向に任意の長さに分割され、フィンと基端部が一体成形型にされたシールフィンにして、ロータ外周面の周方向に削設したシールフィン溝に任意の数挿入して、ロータ外周面全周に亘って列設し、固定手段で

ロータに固着するとともに、シールフィン溝底には板バネを配設し、シールフィンの径方向には若干の遊動ができるようにした。また、シールフィン溝内に列設されたシールフィンのロータ外周面開口から突出するフィンの先端と対向するシュラウド内周面には、予め任意の深さのフィン溝を削設するようにした。

【0019】a. 本発明の蒸気タービンのシールフィン装置は、上述(1)～(5)の手段により、シールフィンのフィン先端が静翼のシュラウド内周面と接触し難く、また、最悪接触するようなことがあっても、板バネのスプリング効果で接触によるフィンの損傷程度を軽減出来る。

【0020】さらに、固定手段、より好ましくは、シールフィン溝内に順次挿入されるシールフィンのうち、最終的にシールフィン溝内に挿入され、分割体からなるシールフィンのシールフィン溝周方向の結合力を強める、最終シールフィンをロータに固定する固定手段を解放することにより、シールフィン溝内に列設されたシールフィンが容易にシールフィン溝内から取り出せるようになり、また、固定手段の固定によりシールフィン溝内に列設されるシールフィンの固定が容易にできるようになり、経年的な理由等によりシールフィンの取替える作業等が容易になるととともに、シールフィンのメンテナンス作業が容易になり、これらの作業期間を短縮でき、ひいては、蒸気タービンの運転効率を向上させることができる。

【0021】また、第2番目の本発明の蒸気タービンのシールフィン装置は、上述(1)ないし(5)の手段に加え、次の手段とした。

【0022】(6) シールフィンを構成し、挿入されたシールフィン溝のロータ外周面開口からシュラウドの内周面に向けて突出させて設けられるフィンが、翼高さ方向に湾曲した形状にされたフィンとした。

【0023】b. 本発明の蒸気タービンのシールフィン装置は、上述(6)の手段により、上述a. に加え、板バネのスプリング効果に加え、翼高さ方向に彎曲させた形状にすることにより、特に、フィンのスプリング性が、さらに高められ、フィン先端が静翼のシュラウド内周面と接触するようなことがあっても、接触による損傷程度を大幅に軽減できる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の蒸気タービンのシールフィン装置の実施の一形態を図面にもとづき説明する。図1は、本発明の蒸気タービンのシールフィン装置の実施の第1形態を示す横断面図、図2は図1に示す矢視A-Aにおける周方向断面図である。

【0025】図に示すように、本実施の形態のシールフィン装置20は、図7に示す従来のシールフィン装置06と同様に、12Cr鋼材を用いて製作され、片端面側である上面側から、静翼04の内周側に設けられる(内

側)シュラウド7の内周面に向けて突設される2本のフィン3と、フィン3と一体成形され、フィン3が成形された上面と反対側の底面側は平面にされた基端部2とを設けたシールフィン1、シュラウド7の配設位置に対向するロータ10外周部全周に亘って削設されたシールフィン溝5、シールフィン1の基端部2の底面に一部分が当接するようにしてシールフィン溝5内に収容された板バネ6、シールフィン溝5内に挿入されるシールフィン1をロータ10に固定する、図3、図4に示す固定手段9、およびフィン3先端の対向する部分のシュラウド7内周面に削設されたフィン溝とからなる。

【0026】フィン溝8は、シュラウド7の内周面を全周に亘って、2条削設され、シュラウド7内周面に向けて突出されるフィン3先端が、径方向に多少移動するこがあるとしても、接触しないようにするとともに、フィン3先端とシュラウド7内周面との間に形成される小さな隙間を漏洩する蒸気Sの流れを偏向させて、この隙間からの漏洩量を少なくするようにしている。

【0027】また、フィン3と一体成形される基端部2は、側面部につば付き形状を設けた凸形の横断面形状にされるとともに、周方向に切断した断面形状は、ロータ10の外周部全周に削設されたシールフィン溝5の周方向に形成される円弧と同形状され、周方向に任意の長さ毎に設けた分割部19で分割されており、基端部2の上面に立設されるフィン1を、ロータ10のシールフィン溝5全周に隙間無く配設出来るように製作されている。

【0028】また、ロータ10外周部全周に亘って削設されたシールフィン溝5は、シールフィン14の基端部2の厚みよりも1mm以上深く削設されており、さらに、凸形の横断面形状にされ、挿入される基端部2の上半部が挿入されるロータ10の外周面開口部近傍の幅は、基端部2の幅と略同じ幅にされるとともに、基端部2の下半部が挿入される底面近傍は、基端部3のつば付き形状部の幅よりも1mm以上広く削設されている。

【0029】更に、同シールフィン溝5の底部には、基端部2の底面の下方に凸型形状を呈した、N1基の超合金製の板バネをシールフィン溝5の底部全周に亘って列設するための板バネ溝11が削設されている。板バネ溝11内に撓わませた状態で収容された板バネ6は、板バネ溝11の深さより、撓み部分の凸部が突出し、これがシールフィン1の底面部と接触し、シールフィン1底部を押し上げる高さになる形狀にされている。

【0030】一方、分割部19で周方向に任意の長さに分割されたシールフィン1は、シールフィン溝5の周方向へ順次挿入されることにより装着される。図3は、シールフィン1をシールフィン溝5の内部に挿入するため、ロータ10の外周部全周に削設されるシールフィン溝5の一部に設けられる挿入口12の設置部分の横断面図、図4は、図3に示す矢視B-Bにおける平面図である。

【0031】図に示すように、シールフィン溝5内にシールフィン1を挿入する場合は、シールフィン1の基端部2の上半部が挿入されるロータ外周面開口部近傍の幅が通常部分よりも広くされた挿入口12より、シールフィン1は、順次シールフィン溝5内に挿入されていく。そして、挿入口12が設けられた部分以外のシールフィン溝5内全体にシールフィン1が挿入された時点で、最終シールフィン13が挿入口12を設けた部分のシールフィン溝5に嵌入される。

【0032】そして、固定手段としての、最終シールフィン13の長手方向の中央部の基端部6下方の両側つば付き形状部に設けられた、ねじ切り無しの止めボルト穴14、および最終シールフィン1の基端部6の上半部に設けられたねじ切りボルト穴15とを設けた止め蓋16、および止めボルト17とによって、最終シールフィン13は、挿入口12を設けた部分に固設される。

【0033】本実施の形態の蒸気タービンのシールフィン装置は、以上述べたように、ロータ10外周面とシュラウド7内周面との間に形成される隙間をシールするシールフィンを、スプリング効果を有し、シールを行うフィンとシールフィン溝5内に挿入され、ロータ10に固着される基端部2とを一体型のカセットタイプにするとともに、また、フィン3先端が対向する部分のシュラウド7にフィン溝8を設けたことにより、フィン3先端とシュラウド内周面との接触が低減し、また接触することあっても接触による損傷が軽減出来るようになる。また、経年等によりシールフィン1を取替える場合には、固定手段の止めボルト17を取り外し、止め蓋16を挿入口12より取り外すことにより、シールフィン溝5内に挿入された最終シールフィン13を含むシールフィン1は、外部に容易に取り出すことができ、シールフィン1の取替え作業等のメンテナンス作業が容易となる。

【0034】次に、図5は、本発明の蒸気タービンのシールフィン装置の実施の第2形態を示す横断面図である。本実施の形態におけるシールフィン1は、基本的構造は、実施の第1形態と同じにされているが、よりシールフィン1'、特に、シュラウド7内周面に向けて突設されるフィン18のスプリング性を高めるため、基端部2と一体成形され、基端部上面からシュラウド7の内周面に設けたフィン溝8に突出するように立設されるフィン18には、翼高さ方向に湾曲を設けるようにしている。

【0035】これにより、シールフィン1'のスプリング性は更に高められ、フィン18先端がシュラウド7の内周面に接触するようなことがあっても、フィン18の大きな可撓性により、シールフィン1'の接触による損傷は大幅に軽減出来る。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の蒸気タービンのシールフィン装置によれば、周方向に任意の長さ

に分割され、フィンと基端部が一体成形型にされたシールフィンにして、ロータ外周面の周方向に削設したシールフィン溝に任意の数に分割されて挿入して、シールフィン溝全周に亘って列設し、固定手段でロータに固着するとともに、シールフィン溝底には板バネを配設し、シールフィンの径方向には、若干の遊動ができるようにし、また、シールフィン溝内に列設されたシールフィンのロータ外周面開口から突出するフィンの先端と対向するシュラウド内周面には、予め任意の深さのフィン溝を削設する構成にした。

【0037】これにより、シールフィンのフィン先端が静翼のシュラウド内周面と接触し難く、また、最悪接触するようなことがあっても、板バネのスプリング効果で損傷程度を軽減出来る。さらに、固定手段を解放することにより、シールフィン溝内に列設されたシールフィンが、容易にシールフィン溝内から取り出せるようになり、また、固定手段の固定によりシールフィン溝内に列設されるシールフィンの固定が容易にできるようになり、経年的な理由等により、シールフィンの取替える作業等が容易になるとともに、シールフィンのメンテナンス作業が容易になり、これらの作業期間を短縮でき、ひいては、蒸気タービンの運転効率を向上させることができる。

【0038】また、本発明の蒸気タービンのシールフィン装置は、シールフィンを構成し、挿入されたシールフィン溝のロータ外周面開口からシュラウドの内周面に向けて突出させて設けられるフィンが、翼高さ方向に湾曲した形状にされたフィンにされたものとした。

【0039】これにより、シールフィン、特にフィンのスプリング性は、さらに高められ、フィン先端が静翼のシュラウド内周面と接触するようなことがあっても、接触による損傷程度を大幅に軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の蒸気タービンのシールフィン装置の実施の第1形態を示す横断面図。

【図2】図1に示す矢視A-Aにおける周方向に切断した縦断面図。

【図3】シールフィンをシールフィン溝の内部に挿入するため、シールフィン溝の一部に設けられる挿入口設置部分の横断面図。

【図4】図3に示す矢視B-Bにおける平面図。

【図5】本発明の蒸気タービンのシールフィン装置の実施の第2形態を示す横断面図。

【図6】一般的に使用されている蒸気タービンの高圧ロータシールフィン部の縦断面図。

【図7】図6のA部を示す従来のシールフィン装置の横断面図である。

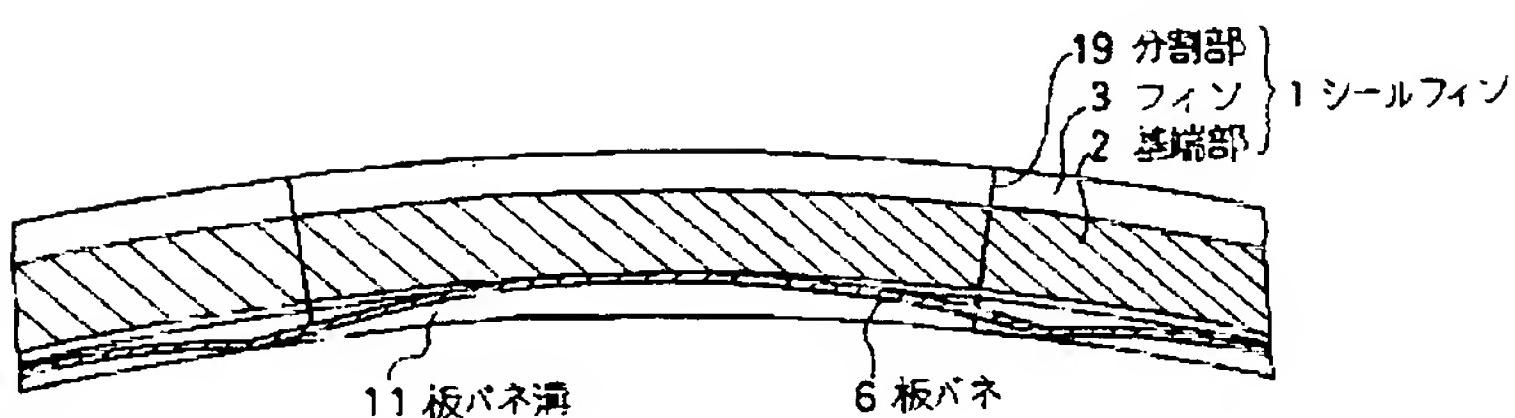
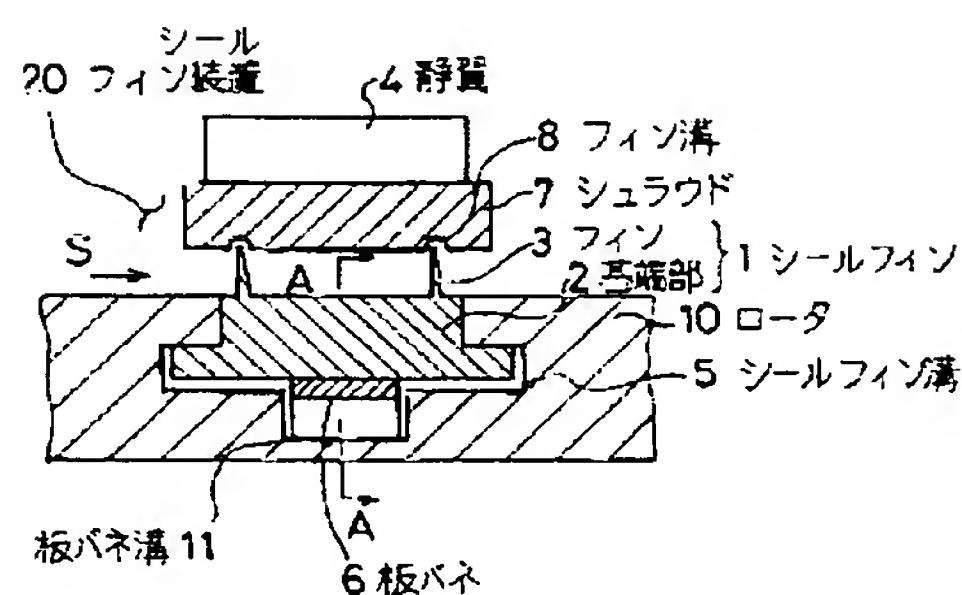
【符号の説明】

1, 1' シールフィン

2 基端部

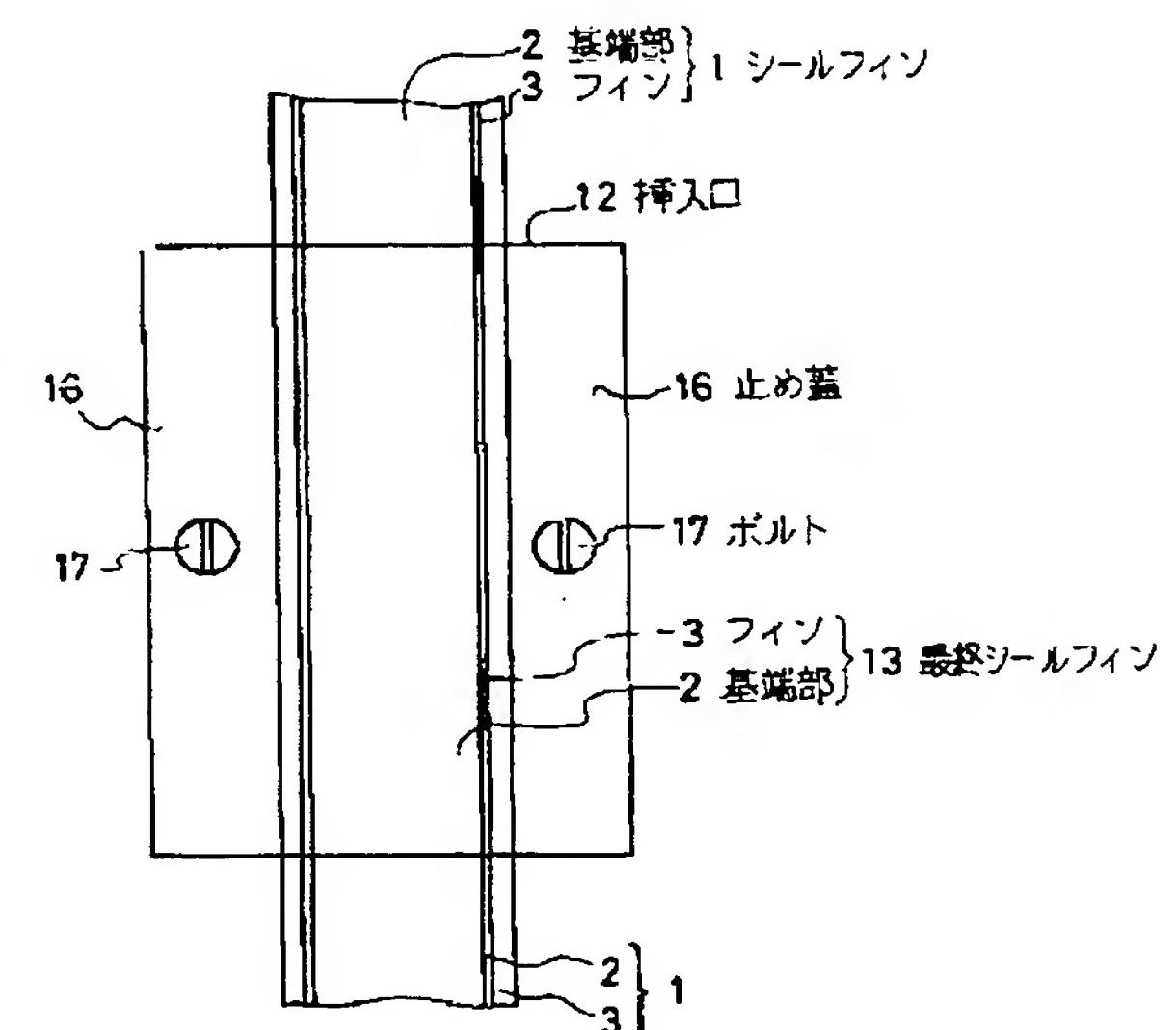
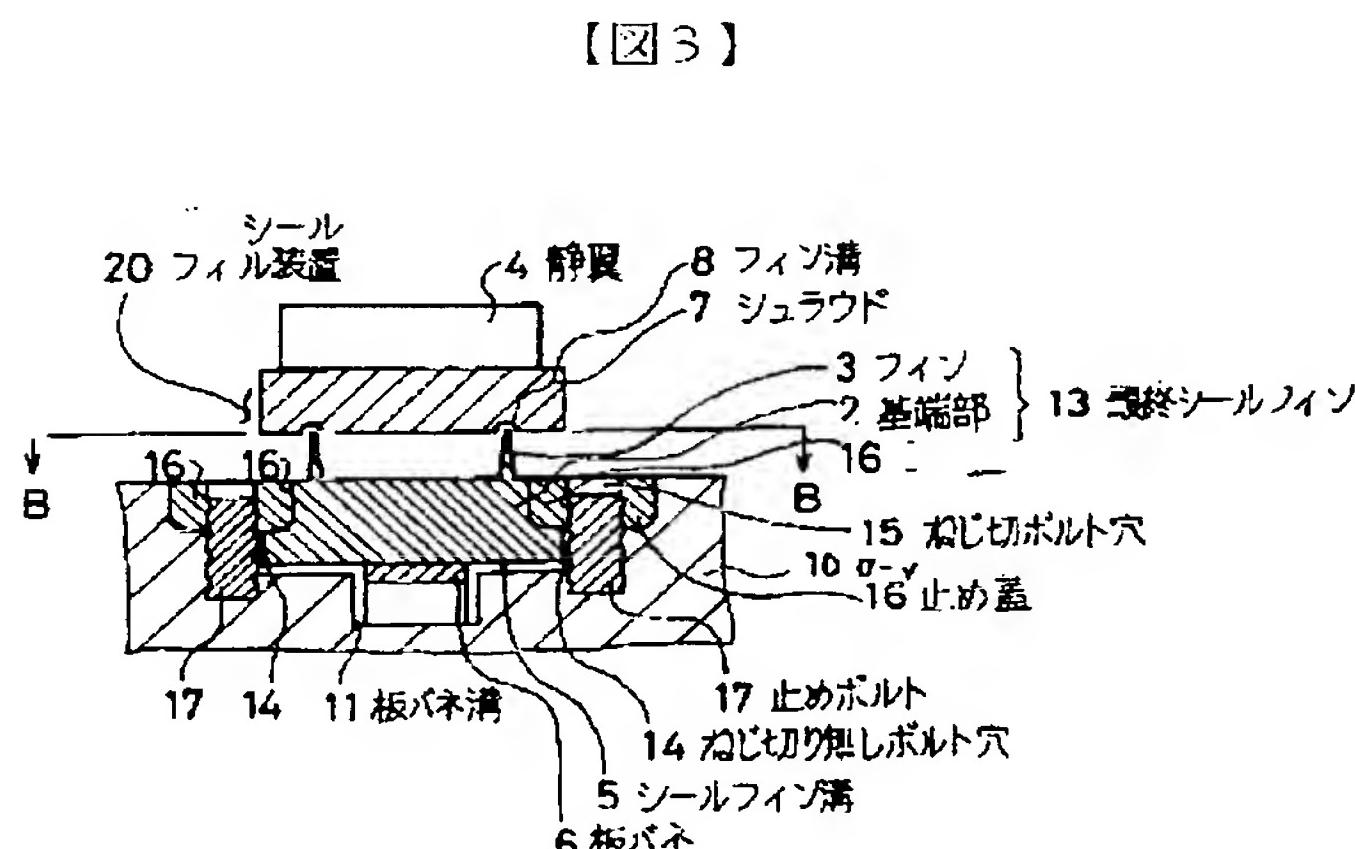
3	フィン	12	挿入口
4, 04	静翼	13	最終シールフィン
5	シールフィン溝	14	ねじ切り無し止めボルト穴
6	板バネ	15	ねじ切りボルト穴
7	(内側) シュラウド	16	止め蓋
8	フィン溝	17	止めボルト
9	固定手段	18	フィン
10	ロータ	19	分割部
11	板バネ溝	20, 20'	シールフィン装置

【図1】

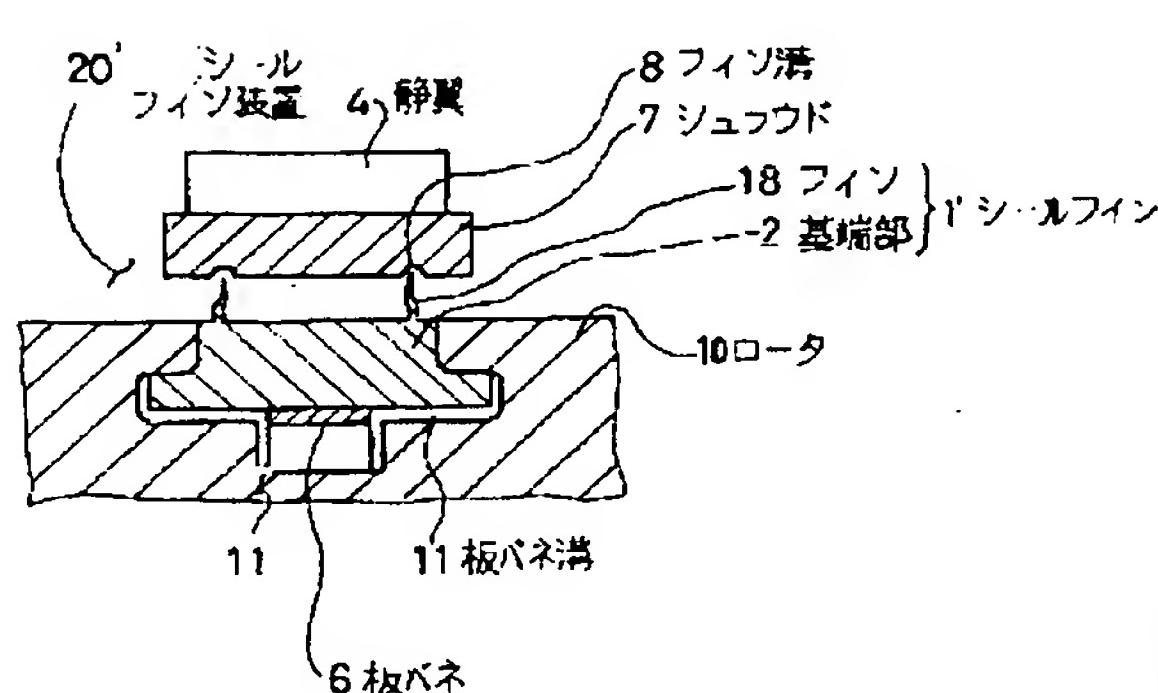


【図2】

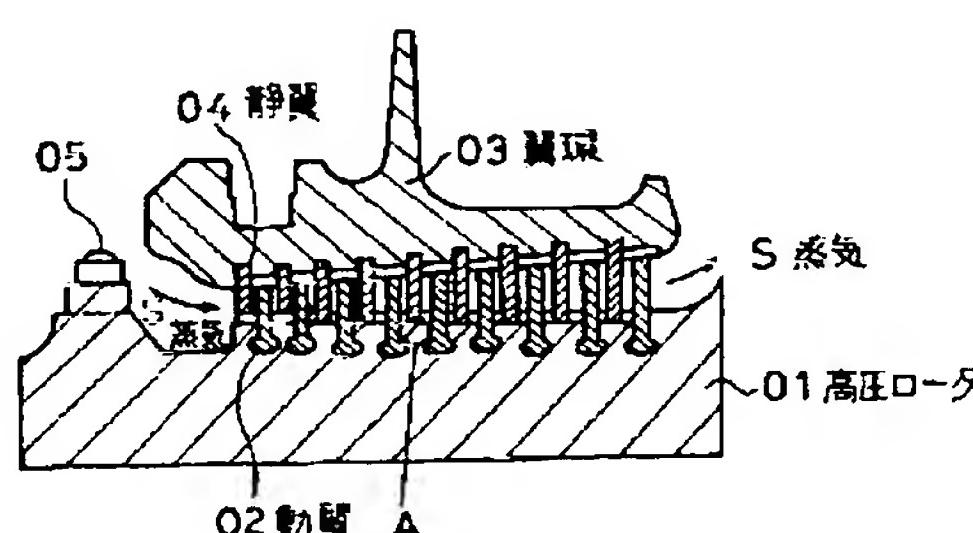
【図4】



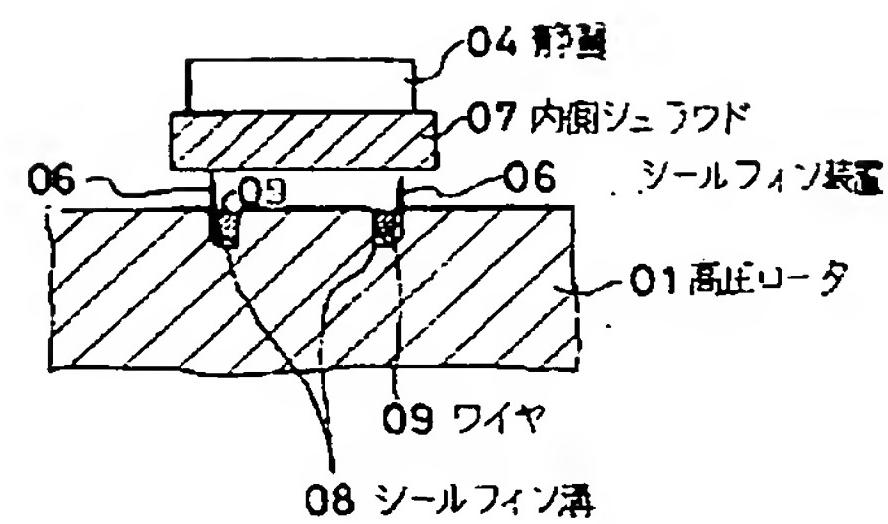
【図5】



【図6】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)